Sport. Med. Stud, 2024, 17 (45): 41-56, Doi: 10.22089/smj.2025.17633.1789

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

Research Paper

Comparison of Ground Reaction Forces in Elderly People with and without of History of Covid-19 during Gait

Masumeh Yosefvand[1], Saeed Ilbeigi[2*], Shahabeddin Bagheri[3], Mohammad Yousefi[4]

1. Department of Sport sciences, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
2. Department of Sport sciences, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran
3. Department of Sport sciences, *F*aculty of Humanities, Lorestan University, Khorramabad, Iran
4 Department of Sport sciences, Faculty of Sport Sciences, University of Birjand, Birjand, Iran

Received: 29/01/2025, Accepted: 10/09/2025, Online Published: 20/09/2025

* Corresponding Author: Saeed Ilbeigi, E-mail: silbeigi@birjand.ac.ir

How to Cite: Yosefvand, M; Ilbeigi, S; & Bagheri, Sh; Yousefi, M. (2023). Comparison of Ground Reaction Forces in Elderly People with and without of History of Covid-19 during Gait. *Sport Medicine Studies*, 16(39), 41-54. In Persian. Doi: 10.22089/smj.2025.17633.1789

Extended Abstract

Background and Purpose

Since the emergence of COVID-19 caused by SARS-CoV-2, millions worldwide have suffered not only from acute respiratory symptoms but also from long-term multisystem complications, including neurological, cardiovascular, and musculoskeletal sequelae. Older adults represent the most vulnerable cohort, often enduring prolonged hospitalization, reduced physical activity, and subsequent neuromuscular decline. These factors may impair motor control, balance, and gait mechanics even after clinical recovery. Gait is a critical functional indicator of neuromuscular and musculoskeletal integrity, commonly assessed by ground reaction forces (GRFs), which quantify the multi-directional forces exerted between the foot and the ground specifically vertical, anterior, posterior, medial and lateral components. GRFs serve as sensitive measures of balance, propulsion, and stability, detecting subtle gait deficits not apparent through observational analysis. Prior research suggests persistent gait alterations in individuals' post-COVID-19, including diminished force output and asymmetries; however, investigations focusing on elderly populations remain scarce. This study aimed to compare GRF parameters during walking between elderly men with and without prior COVID-19 infection.

Methods

This semi-experimental, cross-sectional study recruited 30 elderly men aged 65 to 80 years from clinical centers in Ardabil, Iran. Participants were assigned to two groups: COVID-19 group (n = 15), comprising individuals with laboratory-confirmed COVID-19 infection, hospitalized for 19–23 days, and recovered at least one month before testing; and healthy control group (n = 15) without COVID-19 history. Inclusion criteria for the COVID-19 group included absence of musculoskeletal injuries or surgeries affecting gait, no intra-articular injections or performance-

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

enhancing drugs within the preceding three months, and no neurological disorders. Exclusion criteria for both groups included uncontrolled hypertension, recent myocardial infarction or stroke, unstable angina, severe visual impairment, or unwillingness to participate.

GRFs were measured using a Bertec force platform (USA) with a 1000 Hz sampling frequency. Participants walked barefoot along a 20-meter walkway with the force plate embedded at the midpoint. Familiarization trials ensured natural gait patterns without targeting the force plate. Trials were valid when the entire foot contacted the plate without stride adjustment. Each participant completed five valid self-selected speed trials. Dominant leg was identified via a ball-kicking test. Raw GRF data were processed using a fourth-order Butterworth low-pass filter at a 50 Hz cutoff.

Data normality was assessed using the Shapiro–Wilk test. Independent samples t-tests compared group means for all variables with significance set at $p < 0.05$. Effect sizes (Cohen's d) were calculated to evaluate difference magnitudes.

Results

Compared to controls, the COVID-19 group exhibited a significantly longer time to the first vertical GRF peak (TTPFzHC) (+21.5%, $p = 0.030$, $d = 0.23$). Peak GRF magnitudes at heel-strike and push-off did not differ significantly ($p > 0.05$). The propulsive peak at push-off (FyPO) was significantly reduced in the COVID-19 group (−28.3% versus controls; $p = 0.031$, $d = 0.28$). No group differences existed for braking peaks or associated times. Medial–lateral GRF peaks and times showed no significant differences ($p > 0.05$). Although the COVID-19 group had a slightly lower mean vertical loading rate, this did not reach significance ($p = 0.153$, $d = 0.23$).

Center-of-pressure (COP) displacement analysis revealed significantly greater anterior–posterior displacement (COPy) in the COVID-19 group (+47.2%, $p = 0.002$, $d = 0.50$), indicating reduced anterior–posterior stability. No significant differences appeared in medial–lateral COP displacement (COPx) or COP velocities.

Conclusion

Elderly men with a history of COVID-19, despite full recovery and absence of overt gait disabilities, demonstrate measurable kinetic alterations during level walking. Key findings include delayed attainment of the initial vertical GRF peak, decreased anterior–posterior propulsive forces during push-off, and elevated anterior–posterior COP displacement—a biomechanical signature of impaired balance. These changes suggest adoption of a cautious gait strategy, potentially compensating for reduced muscular strength, proprioceptive deficits, or lingering vestibular dysfunction. The absence of significant differences in medial–lateral GRF and COP suggests greater vulnerability of anterior–posterior stability in this population. Clinically, findings emphasize the need for targeted rehabilitation focusing on lower-limb extensor and plantar flexor strengthening, anterior–posterior balance enhancement, and gait efficiency improvement. Despite limitations including small sample size and cross-sectional design, results suggest COVID-19 may impart subtle yet consequential biomechanical alterations that, if unaddressed, could increase fall risk, underscoring the importance of proactive assessment and intervention in geriatric care.

Keywords: Ground Reaction Forces, Loading Rate, Elderly, COVID-19

Article Message

This study demonstrates that elderly individuals' post-COVID-19 exhibit notable gait and balance impairments relative to healthy counterparts. Specifically, they show diminished anterior–posterior stability and reduced propulsive forces, indicating compensatory locomotor adaptations. These findings reinforce the need for rehabilitation programs emphasizing muscular strengthening and balance retraining to reduce fall risk and support functional independence in this vulnerable population.

Ethical Considerations

All research protocols involving human participants adhered strictly to ethical standards and received approval from the Ethics Committee of Birjand University (Approval ID: IR.BIRJAND.REC.1403.010). Participant rights, safety, and confidentiality were rigorously protected.

Authors' Contributions

Conceptualization: Ilbeigi, Yousefvand, Bagheri, Yousefi
Data Collection: Ilbeigi, Yousefvand, Bagheri
Data Analysis: Ilbeigi, Bagheri
Manuscript Writing: Ilbeigi, Yousefvand
Review and Editing: Ilbeigi
Funding Responsibility: Not specified
Literature Review: Ilbeigi, Yousefvand
Project Management: Ilbeigi, Bagheri, Yousefi

Conflict of Interest

The authors declare no conflicts of interest related to this study.

Acknowledgments

The authors express sincere appreciation to all elderly participants for their invaluable time and effort, and to the research staff and laboratory assistants for their dedicated support throughout data collection and analysis.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعات طب ورزشی، پاییز ۱۴۰۴، دوره ۱۷، شماره ۴۵، صص ۵۶-۴۱، Doi: 10.22089/smj.2025.17633.1789

مطالعات طب ورزشی
Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

مقالهٔ پژوهشی

مقایسه نیروهای عکس‌العمل زمین در سالمندان با و بدون سابقه کوید-۱۹ در حین راه رفتن

معصومه یوسفوند[۱]، سعید ایل‌بیگی[۲*]، شهاب‌الدین باقری[۳]، محمد یوسفی[۴]

۱. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۲. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه لرستان، خرم اباد، ایران
۴. گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۹، تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۶/۲۹

*نویسنده مسئول: سعید ایل‌بیگی، E-mail: silbeigi@birjand.ac.ir

How to Cite: Yosefvand, M; Ilbeigi, S; & Bagheri, Sh; Yousefi, M. (2023). Comparison of Ground Reaction Forces in Elderly People with and without of History of Covid-19 during Gait. *Sport Medicine Studies*, 16(39), 41-56. In Persian. Doi: 10.22089/smj.2025.17633.1789

چکیده

مطالعه حاضر با هدف مقایسه نیروهای عکس‌العمل زمین حین راه رفتن در سالمندان با سابقه کُوید-۱۹ و افراد سالم انجام شد. در این تحقیق نیمه‌تجربی، ۳۰ نفر به صورت هدفمند به دو گروه ۱۵ نفر با سابقه ابتلا به ویروس کرونا و ۱۵ نفر سالم تقسیم شد. از دستگاه صفحه نیرو برتک با نرخ نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز برای ثبت نیروهای عکس‌العمل زمین استفاده شد. داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین با استفاده از فیلتر باترورث مرتبه چهارم و با برش فرکانس ۵۰ هرتز جمع‌آوری شد. برای تحلیل داده‌ها آزمون آماری شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها و آزمون آماری t مستقل به‌منظور مقایسه میانگین‌های هر دو گروه به کار رفت. تجزیه و تحلیل داده‌های آماری در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد. نتایج نشان داد، در زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین هنگام برخورد پاشنه پا با زمین (P=۰/۰۳۰)، اوج نیروی مؤلفه قدامی-خلفی هنگام جدا شدن پاشنه پا (P=۰/۰۳۱) و جابه‌جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی (P=۰/۰۰۲) بین دو گروه اختلاف معنادار مشاهده شد و در سایر متغیرها اختلاف معنادار وجود نداشت (P<۰/۰۵). نتیجه گرفته می‌شود که سالمندان با سابقه کوید-۱۹ در مقایسه با افراد سالم دارای اختلال تعادل به‌ویژه در راستای قدامی- خلفی هستند. علاوه بر آن، توان کمتر در مرحله پیشروی به سمت جلو و کاهش سرعت را تجربه می‌کنند؛ بنابراین در توان‌بخشی افراد مبتلا توجه بیشتری به این موضوع ضروری است.

واژگان کلیدی: نیروهای عکس‌العمل، نرخ بارگذاری، سالمندی، کوید-۱۹.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

سندرم حاد تنفسی شدید کروناویروس-۲، تاکنون بر سرتاسر جهان تأثیر چشمگیری داشته و با میزان زیاد ابتلا به بیماری‌های همراه و مرگ‌ومیر مرتبط بوده است. تنگی نفس، تب، سرفه، بی‌حالی، درد شکم، اسهال و کم‌اشتهایی شایع‌ترین علائم این بیماری است؛ با این حال، برخی از عوارض طولانی‌مدت این بیماری هنوز ناشناخته است. بیماران مسن‌تر ممکن است علائم غیرمعمول کوید-۱۹ مانند هذیان، بی‌حسی، سرگیجه و فرسودگی فیزیکی را تجربه کنند. کوید-۱۹ بیماری پیچیده‌ای است و بر بسیاری از سیستم‌های اندام‌ها و فرایندهای فیزیولوژیک بدن تأثیر می‌گذارد. کوید-۱۹ عمدتاً عفونت مجاری تنفسی و ریه است، اما می‌تواند سیستم عصبی مرکزی را درگیر کند و منجر به علائم و اختلالات عصبی شود (۱). علائم اسکلتی‌عضلانی معمولاً به اثرات غیرمستقیم ناشی از پاسخ‌های التهابی یا ایمنی نسبت داده می‌شود، اما فرض بر این است که ممکن است مکانیسم‌های دیگری مانند آسیب مستقیم ویروس بر اندوتلیوم یا اعصاب محیطی نیز وجود داشته باشد (۲). این احتمال وجود دارد که این علائم در درازمدت پس از موارد شدید کوید-۱۹ با درگیری ریه، بر راه رفتن تأثیر بگذارد (۱). براساس مکان‌های عفونت، ویروس می‌تواند عوارض مختلفی را در سیستم‌های انسانی ایجاد کند. در گزارش‌های بیماران تظاهرات عصبی مانند فلج، فلکسی اندام تحتانی، هیپوپارزی، ضعف عضلانی، آتاکسی و مشکل در راه رفتن در بیماران مبتلا به کوید-۱۹ از علائم مرتبط به ابتلا به این بیماری ذکر شده است.

سالمندان آسیب‌پذیرترین گروه در برابر ابتلا به کوید-۱۹ محسوب می‌شوند. افزایش سن نشان‌دهنده فرایندهای فیزیولوژیک طبیعی است، اما اغلب منجر به ضعف و افزایش پیامدهای بالینی نامطلوب در افراد مسن می‌شود (۳). کاهش فیزیولوژیک مرتبط با سن بیشتر اندام‌های حیاتی در سیستم‌های قلبی‌عروقی، تنفسی، کلیوی و ایمنی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. درک پیامدهای آن‌ها ضروری است و نقش مهمی در مراقبت از بیمار در آینده با توجه به پیری جمعیت ایفا خواهد کرد. سالمندان که بیماران ۶۵ ساله و بالاتر تعریف می‌شوند، ۷۴ درصد از کل مرگ‌ومیرها را تشکیل می‌دهند در سالمندان نرخ مرگ‌ومیر ۶۲ برابر بیشتر از جمعیت جوان‌تر است (۵، ۴)؛ بنابراین حجم چشمگیری از منابع مراقبت‌های بهداشتی مانند واحدهای مراقبت ویژه، بستری در بیمارستان، تجهیزات حفاظت فردی و ارائه‌دهندگان مراقبت‌های بهداشتی را استفاده می‌کنند.

راه رفتن، عملکرد روتین مهم و خروجی نهایی سیستم کنترل عصبی حرکتی یک فرد محسوب می‌شود و مهارتی است که اطلاعات خوبی درمورد تعامل سیستم اسکلتی عضلانی فرد با سایر سیستم‌های داخلی ارائه می‌دهد (۶). تغییرات در راه رفتن با استفاده از پارامترهای بیومکانیکی توصیف می‌شود. راه رفتن انسان شامل بارگذاری، حرکت و چرخه است (۷) و تغییرات در سرعت، عرض راه رفتن و زمان بارگذاری اندام تحتانی (پارامترهای مکانی و زمانی)، تغییر در دامنه حرکت (پارامترهای سینماتیکی) یا نیروهای واکنش زمین را در بر می‌گیرد (۸). بررسی راه رفتن به‌عنوان عملکرد مهم سیستم عصبی، پس از بهبودی کامل از کوید-۱۹ به‌ویژه در سالمندان اهمیت دارد.

در میان پارامترهای کینتیکی که در شناسایی عوامل خطرساز در اندام تحتانی بررسی می‌شوند، مؤلفه‌های نیروی عکس‌العمل زمین از اهمیت بسزایی برخوردارند و می‌توان از آن‌ها در شناسایی مکانیسم‌های خطرساز به‌ویژه در سالمندان استفاده کرد. اندازه‌گیری میزان نیروی عکس‌العمل زمین در جهت‌های مختلف هنگام راه رفتن یکی از معیارهای شناسایی و طبقه‌بندی افراد براساس الگوی استفاده از نیروها در طول راه رفتن است. درواقع، ویژگی‌های نیروی عکس‌العمل زمین در زمان راه رفتن نشان‌دهنده وجود یا نبود اختلال در راه رفتن است. زمانی که پا با ضربه‌ای رو به پایین با زمین برخورد می‌کند، برای کاهش شتاب و رسیدن به استراحت نیرویی از طرف زمین به طرف بالا و به پا وارد می‌شود که نیروی عکس‌العمل نام دارد (۹). مطالعات گزارش کرده‌اند، افراد با سابقه کوید-۱۹ خفیف تا متوسط، الگوهای راه رفتن نامتقارن

بیشتری نسبت به افراد بدون سابقه کوید-۱۹ نشان می‌دهند (۱). همچنین پارامترهای کینتیکی و فعالیت عضلانی بین افراد بهبود یافته از کوید-۱۹ در مقایسه با افراد کنترل سالم متفاوت گزارش شده است (۱۰).

با وجود پیشرفت‌های درخورتوجه در تحقیقات پس از کوید-۱۹، مطالعات کافی در زمینه اثرات این بیماری بر متغیرهای کینتیکی سالمندان حین راه رفتن، به‌ویژه نیروهای عکس‌العمل زمین تجزیه و تحلیل نشده است. ازجمله سؤالاتی که مطالعه حاضر می‌تواند به آن پاسخ دهد این است که آیا بین متغیرهای کینتیکی و مکانی زمانی راه رفتن سالمندان مبتلا به کوید-۱۹ در مقایسه با افراد سالم تفاوت وجود دارد؟ بنابراین مطالعه حاضر با هدف مقایسه نیروهای عکس‌العمل زمین حین راه رفتن در سالمندان با سابقه کوید-۱۹ و افراد سالم انجام شد.

روش پژوهش

مردان دارای سابقه کوید-۱۹ مراجعه‌کننده به کلینیک‌های درمانی شهر اردبیل جامعه آماری پژوهش حاضر را تشکیل دادند. نمونه آماری ۳۰ نفر با دامنه سنی ۶۵ تا ۸۰ سال به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شد. برای تعیین حداقل تعداد نمونه از نرم‌افزار جی‌پاور[1] و با در نظر گرفتن توان آزمون ۹۰ درصد و سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد؛ بر این اساس، حداقل ۱۵ نفر برای هر گروه تعیین شد و در گروه کوید، ۱۵ نفر و در گروه سالم ۱۵ نفر قرار گرفتند (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار ویژگی‌های فردی در گروه‌های پژوهش

Table 1- Mean and Standard Deviation of Individual Characteristics in the research Groups

مقدار P P-Value	گروه سالم Healthy Group	گروه کوید Coveid Group	متغیر Variable
0.296	69.46±3.52	70.73±2.93	سن (سال) Age (Year)
0.723	1.72±0.03	1.73±0.04	قد (متر) Height (M)
0.739	76.26±4.98	75.53±6.82	وزن (کیلوگرم) Weight (kg)
0.552	25.62±1.75	25.20±1.96	توده بدنی (kg/m^2) BMI (kg/m^2)

معیارهای ورود گروه کوید-۱۹ به تحقیق عبارت بود از: سابقه بیماری کوید-۱۹ با مدت بستری ۱۹ تا ۲۳ روزه در بیمارستان؛ سپری شدن یک ماه از بهبودی و گذراندن دوره انتقال؛ تمایل به شرکت در پژوهش؛ دامنه سنی ۸۰ تا ۶۵ سال؛ مصرف نکردن داروی تزریقی داخل مفصلی؛ مصرف نکردن داروی خوراکی و نیروزا از سه ماه قبل از ورود به مطالعه؛ نداشتن سابقه ضربه، آسیب یا عمل جراحی یا ناهنجاری‌های وضعیتی اثرگذار بر روند تحقیق؛ نداشتن سابقه طولانی‌مدت مصرف داروهای مؤثر بر سیستم عضلانی‌اسکلتی؛ نداشتن اعتیاد (۱۱). معیارهای خروج از مطالعه عبارت بود از: مصرف داروهای ضدالتهابی غیراستروئیدی در طول مطالعه؛ تشدید علائم و درد؛ داشتن مشکلات سلامتی که در طول فعالیت ورزشی خانگی به‌آسانی سبب وقوع آسیب ناخوشایند شود، از قبیل فشارخون بالا و کنترل‌نشده، انفارکتوس میوکاردی، انفارکتوس مغزی، آنژین ناپایدار، آریتمی، مشکلات بینایی شدید یا اختلال عملکرد نورولوژیک؛ مصرف داروهای

1. G*Power

ضدالتهابی غیراستروئیدی در طول مطالعه؛ تمایل نداشتن فرد به شرکت در آزمون (۱۱). آزمودنی‌ها با تمام مراحل اجرای پژوهش شامل ارزیابی‌های آزمایشگاهی آشنا شدند. همچنین آن‌ها می‌توانستند در صورت تمایل در هر مرحله‌ای از مطالعه خارج شوند. در تمام مراحل آزمایشگاهی، فردی مجرب برای پیشگیری از آسیب‌دیدگی احتمالی در کنار آزمودنی‌ها قرار داشت.

مراحل اجرای پژوهش

پیش از انجام هرگونه اندازه‌گیری، رضایت‌نامه کتبی تهیه و همه مراحل پژوهش در آن توضیح داده شد. قبل از شروع آزمون، ویژگی‌های جسمانی آزمودنی‌ها بررسی شد. پای غالب هر آزمودنی به‌وسیله آزمون ضربه زدن به توپ با پا مشخص شد. بدین منظور از آزمودنی خواسته شد سه بار توپی را شوت کند. پایی که بیشتر استفاده می‌شد، به‌عنوان پای غالب شناخته شد (۱۲). همچنین از آزمودنی خواسته شد فرم ثبت اطلاعات فردی و سطح سلامت را تکمیل کند. سپس آزمودنی با پای برهنه روی صفحه نیرو راه می‌رفت. دستگاه صفحه نیرو برتک ساخت کشور آمریکا برای ثبت نیروهای عکس‌العمل زمین استفاده شد. نیروهای عکس‌العمل زمین در جهت‌های قدامی-خلفی (Fy)، داخلی-خارجی (Fx) و عمودی (Fz) و زمان رسیدن به اوج و نرخ بارگذاری هنگام راه رفتن ثبت شد. لحظه تماس پاشنه پا به‌عنوان اولین نقطه داده نیروی عمودی عکس‌العمل زمین بیشتر از ۲۰ نیوتن و لحظه بلند شدن پنجه از آخرین نقطه داده نیروی عمودی عکس‌العمل زمین کمتر از ۲۰ نیوتن تعیین شد. صفحه نیرو در بخش میانی یک مسیر به طول ۲۰ متر قرار داشت. به‌منظور آشنا شدن آزمودنی‌ها با مسیر، قبل از انجام آزمون از افراد خواسته شد سه بار در مسیر راه رفتن گام بردارند. برای کاهش اثر خستگی، بین هر بار تلاش پنج دقیقه استراحت در نظر گرفته می‌شد. یک تلاش راه رفتن صحیح شامل برخورد کامل پا بر روی بخش میانی دستگاه صفحه نیرو تعریف شد که در صورت هدف قرار نگرفتن صفحه نیرو یا تنظیم گام توسط آزمودنی و یا برهم خوردن تعادل، تلاش مجدد تکرار می‌شد. دامنه GRF به وزن بدن (BW) نرمال و به صورت %BW گزارش شد. برش فرکانسی برای تحلیل داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین برابر با ۲۰ هرتز و نرخ نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز در نظر گرفته شد. برای تنظیم قرارگیری پای آزمودنی‌ها روی صفحه نیرو، پنج مرتبه عمل راه رفتن و دویدن به طور آزمایشی توسط هر آزمودنی انجام گرفت. پس از آن پنج کوشش قابل‌قبول با سرعت مشخص انجام شد و الگوی دویدن پاشنه به پنجه (کینتیکی) هر آزمودنی ثبت شد. فاز برخورد پاشنه با زمین توسط بیشتر بودن نیروی عمودی عکس‌العمل بیشتر از ۲۰ نیوتن و جدا شدن پنجه توسط آخرین داده بیشتر از ۲۰ نیوتن مشخص شد. داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین با استفاده از فیلتر باترورث مرتبه چهارم و با برش فرکانس ۵۰ هرتز انجام شد. این پژوهش در آزمایشگاه مرکز سلامت و تندرستی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۴۰۱ صورت گرفت.

تجزیه و تحلیل راه رفتن

داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین در طی فاز اتکای راه رفتن استخراج شد. متغیرهای مدنظر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل‌زمین هنگام تماس پاشنه پا با زمین (FzHC) و هنگام جدا شدن پنجه پا از زمین(FzPO)، زمان رسیدن به این اوج (TTPFz)، نیروی داخلی-خارجی عکس‌العمل زمین (Fx) هنگام تماس پاشنه پا با زمین (FxHC)، زمان تماس کف پا با زمین (FxMS) و هنگام جدا شدن پنجه پا از زمین (FxPO)، زمان رسیدن به این اوج (TTPFx)، نیروی قدامی-خلفی عکس‌العمل‌زمین (Fy) هنگام تماس پاشنه پا با زمین (FyHC) و هنگام جدا شدن پنجه پا از زمین (FyPO)، زمان رسیدن به این اوج (TTPFy)، نرخ بارگذاری، سرعت حرکت مرکز فشار در راستای قدامی-خلفی و داخلی-خارجی و جابه‌جایی مرکز فشار در دو راستای داخلی-خارجی (copx) و قدامی-خلفی (COPy) بود. برای محاسبه نرخ بارگذاری نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، شیب خط اتصال‌دهنده از لحظه تماس پاشنه تا اوج اولیه منحنی عمودی نیروی عکس‌العمل زمین محاسبه شد (۱۴، ۱۳). برای هموار کردن داده‌های نیروی عکس‌العمل زمین از فیلتر باترورث

مرتبه چهارم با برش فرکانسی ۲۰ هرتز استفاده شد (۱۴). برای نرمال کردن مقادیر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، این مقادیر بر وزن بدن تقسیم و در عدد صد ضرب شدند (۱۴).

پردازش داده‌ها

چک کردن داده‌های ثبت‌شده با هدف اطمینان از صحت آن‌ها در مراحل و شیوه‌های مختلف انجام شد. در اولین مرحله که هم‌زمان با پایان هر کوشش از سوی آزمودنی بود، سیگنال‌های صفحه نیرو سطحی در نرم‌افزار اکسل چک شد و با مشاهده ویژگی‌های مربوط به هریک از آن‌ها (پیوسته بودن شکل سیگنال، اوج‌ها و...) صحت اولیه آن‌ها تأیید شد. به این نکته باید اشاره کرد که عمل چک کردن داده‌ها و سیگنال‌های ثبت‌شده با در نظر گرفتن تحقیقات مشابه، منابع معتبر، یافته‌ها و دانسته‌هایی که محققان طی فرایند انجام تحقیق و مرور ادبیات پیشینه کسب کرده بودند، انجام شد. بدیهی است، در صورت وجود هرگونه مشکل در داده‌های ثبت‌شده که استفاده از آن‌ها باعث کاهش اعتبار و صحت داده‌ها می‌شد، کوشش مدنظر حذف و مجدد تکرار می‌شد.

تجزیه و تحلیل آماری

در تحقیق حاضر، از آمار توصیفی به‌منظور توصیف و تشریح داده‌ها استفاده شد. آزمون آماری شاپیرو-ویلک برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها و آزمون آماری t مستقل به‌منظور مقایسه میانگین‌های هر دو گروه به کار رفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۶ در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج

نتایج جدول (۲) نشان داد، زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در گروه کوید-۱۹ نسبت به گروه سالم ۲۱/۵ درصد بیشتر بود (P=۰/۰۳۰، d=۰/۲۳). در دیگر مؤلفه‌های عمودی عکس‌العمل زمین، بین دو گروه اختلاف معناداری مشاهده نشد (P<۰/۵۰).

جدول ۲- مقادیر نیروهای عمودی عکس‌العمل زمین (نیوتن بر گیلو گرم) حین راه رفتن در سالمندان با سابقه کوید-۱۹ و افراد سالم

Table 2- Values of vertical ground reaction forces (Newtons per kg) during walking in elderly people with a history of COVID-19 and healthy people

متغیر Variable	گروه کوید-۱۹ Covied-19 Group	گروه سالم Healthy Group	معناداری P-Value	اندازه اثر Effect Size
FzHC (N/kg)	118.07±25.87	111.69±20.30	0.458	0.05
Fzpo (N/kg)	111.89±25.74	109.96±21.04	0.824	0.01
FzHC_TTP (ms)	188.93±49.57	155.43±25.80	* 0.030	0.23
Fzpo_TTP (ms)	475.40±86.64	474.21±68.88	0.967	0.00

* سطح معناداری P<۰/۰۵

*Significance level P<0.05

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، اوج نیروی مؤلفه قدامی-خلفی هنگام جدا شدن پاشنه پا از زمین در گروه سالم ۲۸/۳ درصد بیشتر از گروه کوید-۱۹ بود (P=۰/۰۳۱، d=۰/۲۸). در دیگر مؤلفه‌های قدامی-خلفی عکس‌العمل زمین بین دو گروه اختلاف معناداری را نشان نداد (P<۰/۰۵) (جدول ۳).

جدول ۳- مقادیر نیروهای قدامی-خلفی عکس‌العمل زمین (نیوتن بر گیلو گرم) حین راه رفتن در سالمندان با سابقه کوید-۱۹ و افراد سالم

Table 3- Anterior-posterior ground reaction force values (Newtons per kg) during walking in elderly people with a history of COVID-19 and healthy individuals

متغیر	گروه کوید-۱۹	گروه سالم	معناداری	اندازه اثر
Variable	Covied-19 Group	Healthy Group	P-Value	Effect Size
FyHC (N/kg)	-11.53±3.18	-11.78±4.32	0.853	0.02
FyPO (N/kg)	12.93±3.99	16.59±4.79	* 0.031	0.28
FyHC_TTP (ms)	95.86±39.96	86.35±28.20	0.458	0.09
FyPO_TTP (ms)	562.06±81.09	552.51±69.72	0.732	0.01

* سطح معناداری P<۰/۰۵

*Significance level P<0.05

طبق نتایج جدول (۴)، هیچ‌یک از متغیرهای داخلی-خارجی عکس‌العمل زمین از نظر آماری اختلاف معناداری نداشت (P<۰/۰۵).

جدول ۴- مقادیر نیروهای عکس‌العمل زمین حین راه رفتن در سالمندان با سابقه کوید-۱۹ و افراد سالم

Table 4- Ground reaction force (Newtons per kg) values during walking in elderly people with a history of COVID-19 and healthy individuals

متغیر	گروه کوید-۱۹	گروه سالم	معناداری	اندازه اثر
Variable	Covied-19 Group	Healthy Group	P-Value	Effect Size
FxHC (N/kg)	5.32±1.61	4.54±2.21	0.282	0.17
FxPO (N/kg)	-7.42±2.42	-7.22±3.07	0.843	0.02
FxHC_TTP (ms)	22.20±4.41	21.00±5.05	0.494	0.05
FxPO_TTP (ms)	389.00±116.12	388.62±91.82	0.992	0.00

* سطح معناداری P<۰/۰۵

*Significance level P<0.05

نتایج پژوهش حاضر نشان داد، از نظر آماری نرخ بارگذاری نیروی عکس‌العمل زمین دارای اختلاف معناداری نبود (P<۰/۰۵) (جدول ۵).

جدول ۵- مقادیر نرخ بارگذاری (نیوتن) حین راه رفتن در سالمندان با سابقه کوید-۱۹ و افراد سالم

Table 5- Loading rate values (Newtons) during walking in elderly people with a history of COVID-19 and healthy individuals

متغیر	گروه کوید-۱۹	گروه سالم	معناداری	اندازه اثر
Variable	Covied-19 Group	Healthy Group	P-Value	Effect Size
نرخ بارگذاری Loading rate	7.46±2.27	9.19±3.89	0.153	0.23

* سطح معناداری P<۰/۰۵

*Significance level P<0.05

نتایج نشان داد، جابه‌جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی در گروه کوید-۱۹ نسبت به گروه سالم ۴۷/۲۳ درصد بیشتر بود (P=۰/۰۰۲، d=۰/۵۰)، اما جابه‌جایی مرکز فشار در جهت داخلی-خارجی از نظر آماری اختلاف معناداری را نشان نداد (P<۰/۰۵) (جدول ۶).

جدول ۶- مقادیر جابه‌جایی مرکز فشار (سانتی‌متر بر ثانیه) حین راه رفتن در سالمندان با سابقه کوید-۱۹ و افراد سالم

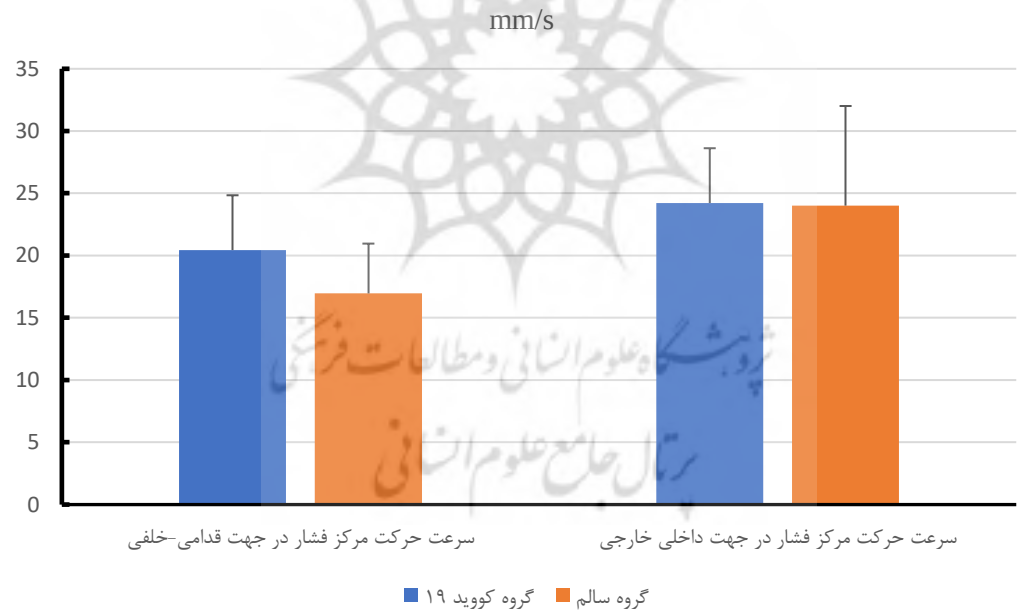
Table 6- Values of center of pressure displacement (centimeters/second) during walking in elderly people with a history of COVID-19 and healthy individuals

متغیر Variable	گروه کوید-۱۹ Covied-19 Group	گروه سالم Healthy Group	معناداری P-Value	اندازه اثر Effect Size
نرخ بارگذاری Loading rate	7.46±2.27	9.19±3.89	0.153	0.23

* سطح معناداری P<۰/۰۵

*Significance level P<0.05

نتایج شکل (۱) نشان داد، هیچ‌یک از متغیرهای سرعت حرکت مرکز فشار از نظر آماری اختلاف معناداری را نشان نداد (P<۰/۰۵).



شکل ۱- سرعت حرکت مرکز فشار در دو جهت حین راه رفتن در سالمندان با سابقه کوید-۱۹ و افراد سالم

Figure 1- Speed of movement of the center of pressure in two directions during walking in elderly people with a history of COVID-19 and healthy people

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه به مقایسه نیروهای عکس‌العمل زمین در طول راه رفتن در سالمندان با سابقه ابتلا به کوید-۱۹ و افراد سالم پرداخته شد. یافته‌های این پژوهش تفاوت‌های معناداری را در برخی از پارامترهای کینتیکی، به‌ویژه در راستای

قدامی-خلفی نشان می‌دهد که می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره اثرات بلندمدت کوید-۱۹ بر تعادل و الگوی حرکتی در سالمندان ارائه دهد.

نتایج تحقیق حاضر نشان داد، زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین هنگام برخورد پاشنه پا با زمین در گروه کوید-۱۹ نسبت به گروه سالم ۲۱/۵ درصد بیشتر بود. در الگوی راه رفتن پاشنه-پنجه، چرخه گام از دو بخش اصلی تشکیل می‌شود: مرحله اتکا (زمانی که پا با زمین در تماس است) و مرحله تاب دادن (زمانی که پا از زمین جدا می‌شود و به جلو حرکت می‌کند). دوره‌های اتکای یک‌طرفه (یک پا روی زمین) توسط بازه‌های کوتاه اتکای دوگانه (هر دو پا هم‌زمان روی زمین) از یکدیگر جدا می‌شوند. در راه رفتن معمولی، نسبت زمان مرحله اتکا به مرحله تاب دادن حدود ۶۰ درصد به ۴۰ درصد بوده که برخلاف دویدن است. این نسبت به سرعت راه رفتن وابسته است؛ یعنی با افزایش سرعت، مدت‌زمان مرحله اتکا کاهش یافته و مدت‌زمان مرحله تاب‌دادن افزایش می‌یابد. این افزایش و کاهش در راه رفتن می‌تواند فعالیت الکترومایوگرافی و نیروهای عکس‌العمل زمین را تحت‌تأثیر دهد. متغیر مؤلفه داخلی-خارجی نشان‌دهنده میزان نیروی عکس‌العمل زمین در راستای داخلی-خارجی است و افزایش آن با افزایش سوپینیشن پا در ارتباط است (۱۵،۱۷). با توجه به اینکه در گروه‌های تن‌آرامی و تنفس آگاهانه، این متغیر در حین راه رفتن افزایش نشان داده است، می‌توان استنباط کرد که میزان سوپینیشن پا نیز احتمالاً بیشتر می‌شود. افزایش سوپینیشن، به‌ویژه در اواخر مرحله اتکا و هنگام هل‌دادن[1] می‌تواند با ایجاد اهرمی مؤثرتر در مفصل مچ پا به بهبود انتقال نیرو و کارایی حرکتی کمک کند. این تغییر از منظر بیومکانیکی، ممکن است موجب افزایش بازده حرکتی و کاهش بار غیرضروری بر ساختارهای حمایت‌کننده پا و مچ شود. لحظه برخورد پاشنه پا در مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین نشان می‌دهد که چقدر در راستای عمودی بر پاشنه پا هنگام برخورد با زمین نیرو وارد می‌شود و مدت‌زمان رسیدن به این اوج به‌عنوان زمان رسیدن به اوج اول شناخته می‌شود (۱۵)؛ بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش، در پس‌آزمون گروه‌های تن‌آرامی و تنفس آگاهانه، افزایش معنادار در نیروی عمودی نیروی عکس‌العمل زمین و زمان رسیدن به این اوج مشاهده شد، اما مؤلفه نرخ بارگذاری معنادار نبود؛ بنابراین می‌توان گفت احتمال اینکه افزایش اوج نیروی عمودی با افزایش آسیب همراه باشد، بسیار کم است و افزایش این مؤلفه‌ها ممکن است به دلیل افزایش در زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی، باعث کنترل بیشتر در راه رفتن شود.

در مؤلفه عمودیGRF، تماس اولیه پاشنه با زمین موجب ایجاد پیک اولیه می‌شود که نشان‌دهنده میزان نیروی وارد بر اندام تحتانی در لحظه بارگذاری اولیه است. مدت‌زمان بین تماس پاشنه و رسیدن به این پیک، به‌عنوان زمان رسیدن به پیک اول[2] شناخته می‌شود و یکی از شاخص‌های کلیدی برای ارزیابی الگوی بارگذاری و کارایی حرکتی در راه رفتن محسوب می‌شود (۱۵). در این ارتباط، یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد که در برخی شرایط، پیک نیروی عکس‌العمل عمودی در لحظه تماس پاشنه[3] بزرگ‌تر از پیک هل دادن است. این الگو ممکن است به‌دلایل فیزیولوژیک و رفتاری مرتبط با سالمند بودن و سابقه بیماری باشد. یکی از علت‌های مهم، کاهش توان تولید نیروی هل دادن مرتبط با ضعف عضلات پلانتارفِلکسور است که با افزایش سن به‌ویژه در مورد افراد دارای سابقه بستری برای کوید-۱۹ تقویت می‌شود (۱۶). همچنین تغییرات ساختاری و عملکردی تاندون آشیل در سالمندان می‌تواند منجر به محدودیت در ذخیره و آزادسازی انرژی مکانیکی شود و توان هل دادن را کاهش دهد (۱۷). علاوه بر این، افراد مسن غالباً الگوی راه رفتن احتیاطی[4] را به کار می‌برند: گام‌های کوتاه‌تر، سرعت کمتر و زمان دوپایه‌ای بیشتر. این ترکیب، شرایط باثبات‌تری ولی با

1. Push-off
2. Time to First Peak
3. Loading Response
1. Cautious Gait

هل دادن ضعیف‌تری را فراهم می‌کند (۱۸)؛ بنابراین این یافته را می‌توان به‌عنوان ویژگی واقعی تغییریافته در الگوی راه رفتن سالمندان تفسیر کرد و صرفاً نتیجه خطای اندازه‌گیری در نظر گرفته نمی‌شود.

بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش می‌توان اذعان کرد که زیاد بودن زمان رسیدن به این اوج در گروه کوید-۱۹ می‌تواند به دلیل کاهش در سرعت راه رفتن این افراد نسبت به افراد سالم باشد. نرخ بارگذاری به دو عامل اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین و مدت زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین بستگی دارد؛ به صورتی که با عامل اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین رابطه مستقیم داشته و با زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس‌العمل رابطه عکس دارد.

بین مقادیر اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین بین دو گروه کوید-۱۹ و سالم هیچ تفاوت معناداری یافت نشد و با توجه به افزایش معنادار زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، کاهش یافتن نرخ بارگذاری توجیه‌شدنی است. گزارش شده است که نرخ بارگذاری عمودی بزرگ‌تر، با آسیب‌های شکستگی ناشی از فشار و درد کشککی رانی مرتبط است؛ بر این اساس، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش مدت‌زمان رسیدن به اوج نیروی عمودی عکس‌العمل زمین طی راه رفتن سالمندان با سابقه کوید-۱۹ می‌تواند باعث کاهش عوامل خطرزا برای این افراد محسوب شود. این تحقیق با تحقیقات باوردی مقدم و همکاران (۱۲) و قیطاسی و همکاران (۱۴) که نشان دادند خستگی بعد از کوید-۱۹ می‌تواند بر فاکتورهای راه رفتن تأثیر بگذارد، همسوست. نتایج گزارش‌شده نشان می‌دهد، افزایش نرخ بارگذاری به میزانی نبوده است که بتواند باعث ایجاد اختلاف معنادار در بین دو گروه شود.

اوج نیروی مؤلفه قدامی-خلفی هنگام جدا شدن پاشنه پا از زمین در گروه سالم ۲۸/۳ درصد بیشتر از گروه کوید-۱۹ بود. مؤلفه‌های داخلی-خارجی و قدامی-خلفی نیروی عکس‌العمل زمین به‌عنوان مؤلفه‌های موازی نیروهای عکس‌العل زمین معروف هستند (۱۲). مؤلفه‌های انعکاسی از اصطکاک بین سطح زمین و پای شخص ایجاد می‌شوند. نیروی قدامی-خلفی به‌عنوان نیروی ترمز به‌عنوان کاهش‌دهنده سرعت هنگام تماس پاشنه پا با زمین و افزایش‌دهنده سرعت راه رفتن و دویدن هنگام جدا شدن پنجه پا از زمین تعریف می‌شود. بیماری یا تکلیف شناختی بر کاهش یا افزایش کنترل پوسچر می‌شود؛ به صورتی که باعث کاهش در دامنه جابه‌جایی قدامی-خلفی می‌شود و بر سرعت و سطح جابه‌جایی مؤثر است. مت و همکاران به‌منظور بررسی میزان نیاز فرد به توجه حین انجام اعمال مختلف پوسچرال شامل نشسته، ایستاده و راه رفتن، مطالعه‌ای روی بیماران سکته مغزی انجام دادند. آن‌ها دریافتند که زمان واکنش کلامی حین فعالیت ایستاده در حالت راه رفتن بیش از ایستادن معمولی بود، در حالت ایستاده بیش از حالت نشسته بود و نیز زمان واکنش در افراد مبتلا به سکته مغزی بیشتر از افراد سالم بود (۲۴)؛ به عبارت دیگر، افراد مبتلا به سکته مغزی به توجه بیشتری برای حفظ کنترل پوسچر خود نیاز دارند. اینکه نتایج تحقیق آن‌ها و تحقیق‌های مشابه در زمینه افراد مبتلا به بیماری نورولوژیک بر نیاز به منابع توجهی بیشتر برای کنترل پوسچر تأکید دارند؛ با تحقیق حاضر همسوست. در تحقیق حاضر نیز پایین‌تر بودن اوج مؤلفه قدامی-خلفی نیروی عکس‌العمل زمین می‌تواند به دلیل نیاز بیشتر این افراد برای کنترل پاسچر خود باشد. همچنین می‌توان گفت، پایین بودن این مؤلفه موجب کاهش سرعت این افراد نسبت به افراد عادی می‌شود که کاهش سرعت نیز می‌تواند به دلیل نیاز به کنترل پاسچر در افراد با سابقه کوید-۱۹ باشد. در تحقیق دیگری که جعفرنژاد و همکاران روی افراد مبتلا به بیماری کرونا انجام دادند، نتایج نشان داد، عوارض حسی و حرکتی ناشی از آسیب اعصاب محیطی به دنبال کوید-۱۹ بر عملکرد عضلات در فازهای مختلف راه رفتن تأثیر می‌گذارد و موجب خارج شدن الگوی راه رفتن بیماران از الگوی درست و طبیعی می‌شود (۱۱). درواقع، شرایط عملکردی نادرستی که به دنبال کوید-۱۹ بر افراد مبتلا عارض می‌شود، تکلیف حرکتی راه رفتن معمولی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛ ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت افراد مبتلا به کوید-۱۹ دارای تعادل پویای ضعیف‌تری نسبت به افراد غیرمبتلا بودند.

جابه‌جایی مرکز فشار در جهت قدامی-خلفی در گروه کوید-۱۹ نسبت به گروه سالم ۴۷/۲۳ درصد بیشتر بود. با توجه به اینکه هرچه مقادیر جابه‌جایی مرکز فشار حین انجام روند یک آزمون کاهش یابد، نشانگر کنترل پاسچر و تعادل بهتری است (۱۸)؛ بنابراین می‌توان گفت، کنترل پاسچر و تعادل پویا در جهت قدامی-خلفی در گروه دارای کوید-۱۹ ضعیف‌تر از گروه سالم بود. نتایج پژوهش‌های جعفرنژاد و همکاران (۱۱)، علیپور و همکاران (۲۲) و خانی‌نژاد و همکاران (۲۳) درباره کاهش یافتن تعادل فرد همسو بود و نشان می‌دهد، افرادی که سابقه کوید-۱۹ داشتند، نسبت به افراد سالم در جهت قدامی-خلفی جابه‌جایی بیشتری داشتند.

براساس نتایج مطالعه شاموی-کوک، توانایی کنترل موقعیت‌های مختلف بدن در فضا یا تعادل ناشی از تعامل پیچیده سیستم‌های عصبی، اسکلتی و عضلانی است و اختلال در هرکدام از این سیستم‌ها می‌تواند بر سایر سیستم‌ها تأثیر بگذارد و تعادل و حس وضعیت فرد را دستخوش تغییر کند. مطالعات زیادی روی افراد مبتلا به کرونا انجام شده است (۲۱). در تعدادی از تحقیقات در بیماران بزرگسال مبتلا به کوید-۱۹ نوریت دهلیزی گزارش شده است. نوریت دهلیزی نوعی اختلال گوش داخلی است که با علائمی همچون سرگیجه و مشکلات تعادلی همراه است که ناشی از اختلال به عصب هشتم گردنی است که عفونت ویروسی منجر به التهاب این عصب می‌شود. نوریت دهلیزی، بیماری خوش‌خیمی است و علائم ممکن است پس از گذشت چند روز تا چند ماه معمولاً بهبود یابند (۲۵، ۲۴، ۲۰).

با توجه به نتایج تحقیق و همچنین پژوهش‌های بررسی‌شده می‌توان مکانیسم‌های زیربنایی این اختلالات احتمالاً چندبعدی را در نظر گرفت. کوید-۱۹ به دلیل ایجاد التهاب سیستمیک می‌تواند به طور مستقیم بر سیستم عصبی مرکزی تأثیر بگذارد و موجب افزایش اختلالات تعادل و هماهنگی شود. این اثرات در سالمندان که معمولاً دچار کاهش ذخایر فیزیولوژیک و عملکرد عصبی-عضلانی مرتبط با افزایش سن هستند، برجسته‌تر است. همچنین بی‌تحرکی طولانی‌مدت در طول بستری شدن در بیمارستان ممکن است منجر به تحلیل عضلانی و کاهش عملکردی شود و بر الگوی راه رفتن تأثیر بگذارد (۲۳، ۱۱، ۱۰).

علاوه بر این، یافته‌های این مطالعه نشان‌دهنده ضرورت طراحی راهبردهای توان‌بخشی هدفمند برای رفع نقص‌های حرکتی و تعادلی در سالمندان بهبودیافته از کوید-۱۹ است. مداخلاتی که بر تقویت عضلات اندام تحتانی، بهبود حس عمقی و بازآموزی تعادل تمرکز دارند، می‌توانند مفید باشند. همچنین نظارت طولانی‌مدت بر پارامترهای راه رفتن در این افراد می‌تواند به پیشگیری از افتادن و عوارض مرتبط کمک کند؛ زیرا تعادل ضعیف و کاهش نیروهای پیش‌برنده از عوامل خطرساز افتادن در سالمندان محسوب می‌شوند (۷، ۶). در حالی که این مطالعه دیدگاه‌های ارزشمندی درباره آثار کوید-۱۹ بر الگوی راه رفتن ارائه کرد، باید به محدودیت‌های آن نیز اشاره کرد. حجم نمونه کوچک ممکن است تعمیم‌پذیری یافته‌ها را محدود کند. همچنین در مطالعه حاضر شدت بیماری کوید-۱۹ یا بیماری‌های همراهی که می‌توانند بر ویژگی‌های راه رفتن تأثیر بگذارند، در نظر گرفته نشد؛ ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود تحقیقات آینده این عوامل را بررسی کرده و اثربخشی مداخلات توان‌بخشی خاص را در کاهش نقص‌های حرکتی ارزیابی کنند.

پیام مقاله

مطالعه حاضر نشان داد که سالمندان با سابقه کوید-۱۹ در مقایسه با افراد سالم، به‌ویژه در جهت قدامی-خلفی، دچار اختلالات تعادلی هستند و نیروی پیش‌برنده کمتری هنگام راه رفتن دارند. این یافته‌ها بر اهمیت توان‌بخشی هدفمند برای رفع نقص‌های تعادلی و حرکتی در این گروه تأکید دارد.

ملاحظات اخلاقی

مطالعه حاضر حاصل پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه بیرجند است و به تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه بیرجند با شناسه (IR.BIRJAND.REC.1403.010) رسیده است.

مشارکت نویسندگان

ایده‌پردازی: سعید ایل‌بیگی، معصومه یوسفوند، شهاب‌الدین باقری و محمد یوسفی

جمع‌آوری داده‌ها: سعید ایل‌بیگی، معصومه یوسفوند و شهاب‌الدین باقری

تحلیل داده‌ها: سعید ایل‌بیگی و باقری

نوشتن مقاله: سعید ایل‌بیگی و معصومه یوسف‌وند

بازبینی و ویرایش: سعید ایل‌بیگی و معصومه یوسف‌وند

مرور ادبیات: سعید ایل‌بیگی

مدیر پروژه: سعید ایل‌بیگی

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب قدردانی صمیمانه خود را از همه شرکت‌کنندگان سالمند که سخاوتمندانه وقت و تلاش خود را در این تحقیق صرف کردند، ابراز می‌نمایند. همچنین از کارکنان تحقیقاتی و دستیاران آزمایشگاه به خاطر حمایت ارزشمندشان در طول جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها تشکر ویژه می‌شود.

منابع

1. Keklicek H, Selçuk H, Kurt İ, Ulukaya S, Öztürk G. Individuals with a COVID-19 history exhibit asymmetric gait patterns despite full recovery. J Biomech. 2022; 137:293. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2022.111098
2. Cipollaro L, Giordano L, Padulo J, Oliva F, Maffulli N. Musculoskeletal symptoms in SARS-CoV-2 (COVID-19) patients. J Orthop Surg Res. 2020;15(1):1-7.
3. Rickard F, et al. The Clinical Frailty Scale predicts adverse outcome in older people admitted to a UK major trauma centre. Age Ageing. 2021;50(3):891-897. https://doi.org/10.1093/ageing/afaa180
4. Dessie ZG, Zewotir T. Mortality-related risk factors of COVID-19: a systematic review and meta-analysis of 42 studies and 423,117 patients. BMC Infect Dis. 2021;21(1). https://doi.org/10.1186/s12879-021-06536-3
5. Yanez ND, Weiss NS, Romand JA, Treggiari MM. COVID-19 mortality risk for older men and women. BMC Public Health. 2020;20(1):1-7. https://doi.org/10.1186/s12889-020-09826-8
6. Hausdorff JM. Gait variability: methods, modeling and meaning. J Neuroeng Rehabil. 2005; 20:2(1). https://doi.org/10.1186/1743
7. Jamari J, et al. Adopted walking condition for computational simulation approach on bearing of hip joint prosthesis: review over the past 30 years. Heliyon. 2022;8(12): e12050. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12050
8. Kowal M, et al. Effect of COVID-19 on musculoskeletal performance in gait and the Timed-Up and Go Test. J Clin Med. 2023;12(13):1-14. https://doi.org/10.3390/jcm12134184
9. Whittle MW. Generation and attenuation of transient impulsive forces beneath the foot: a review. Gait Posture. 1999;10(3):264-275.

10. Jafarnezhadgero AA, Hamlabadi MP, Sajedi H, Granacher U. Recreational runners who recovered from COVID-19 show different running kinetics and muscle activities compared with healthy controls. Gait Posture. 2022;91:260-265.
11. Jafarnezhad A, Valizadehorang A, Ghaderi K. Comparison of muscular activities in patients with COVID-19 and healthy control individuals during gait. Sci J Rehabil Med. 2021;10(1):168. [In Persian].
12. Bavardi Moghadam E, Shojaedin SS. The effect of eight weeks aerobic training on functional indicators and range of motion in active older men with knee osteoarthritis. Razi J Med Sci. 2017;24(156):100-110.
13. Barghamadi M, Yadegar A, Darvishani MA. Comparison of foot pressure variables in blind and healthy participants with open and closed eyes while walking. J Shahid Sadoughi Univ Med Sci. 2020.
14. Gheitasi M, Bayattork M, Hovanloo F, Porrajab H. Comparing the effect of a fatigue protocol on kinematic gait parameters in students with genu valgum and genu varum and their normal peers. PTJ. 2019; 9(2):97-106
15. Chiu S-L, Wu C-Y, Wang C-H, Wu C-Y, Lee P-V. Biomechanical insights into load carriage performance: implications for load design and injury prevention. Front Bioeng Biotechnol. 2021;9:629809. https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.629809
16. Beijersbergen CM, Granacher U, Vandervoort AA, DeVita P, Hortobágyi T. The biomechanical mechanism of how strength and power training improves walking speed in old adults remains unknown. Ageing Res Rev. 2013;12(2):618-27. https://doi.org/10.1016/j.arr.2013.03.001
17. Stenroth L, Peltonen J, Cronin NJ, Sipilä S, Finni T. Age-related differences in Achilles tendon properties and triceps surae muscle architecture in vivo. J Appl Physiol (1985). 2012;113(10):1537-44. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00782.2012
18. Mbourou GA, Lajoie Y, Teasdale N. Step length variability at gait initiation in elderly fallers and non-fallers, and young adults. Gerontology. 2003;49(1):21-6. https://doi.org/10.1159/000066506
19. Valizadeorang A, Mokhtari MalekAbadi A, Valizade Orang A. Effect of textured foot orthoses on the ground reaction force components in older adults during walking. Iran J Rehabil Res. 2020;7(1):23-32.
20. Farahpour N, Jafarnezhad A, Damavandi M, Bakhtiari A, Allard P. Gait ground reaction force characteristics of low back pain patients with pronated foot and able-bodied individuals with and without foot pronation. J Biomech. 2016;49(9):1705-1710.
21. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Publishers; 2007.
22. Alipour A, Oraki M, Kharaman A. Review of the neurological and cognitive effects of COVID-19. J Neuropsychol. 2020;5(19):135-146. [In Persian].
23. Khanizadeh A, Ejlali M, Karimzadeh F. [The effect of SARS-CoV-2 viruses on the function of different organs, especially the nervous system. Shefaye Khatam. 2020;8(3):111-121. https://doi.org/10.29252/shefa.8.3.111 [In Persian].
24. Mat F, et al. Impact of mild COVID-19 on balance function in young adults: A cross-sectional study. Sci Rep. 2022;12(1):16397. https://doi.org/10.1038/s41598-022-16397-8
25. Silva FS, et al. COVID-19: Short and long-term effects of hospitalization on musculoskeletal health. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(23):8715. https://doi.org/10.3390/ijerph17238715